Lane Medical Library

Über die
Brauchbarkeit des Milchthermophors.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medizin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

Donnerstag, den 14. März 1901, Mittags 12 Uhr

öffentlich vortragen wird

Karl Zander
approb. Arzt
aus ~~Halle a. S.~~

Halle a. S.,
Hofbuchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.
1901.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medicinischen Fakultät der Universität Halle.

Referent: Prof. Dr. **Fränkel.**

Harnack
d. Z. Decan.

Schon im August 1894 hat von Szyczawinski in Elberfeld einen Apparat zur Erwärmung oder Warmhaltung von Flüssigkeiten konstruiert und unter dem Namen „Thermophor“ in den Handel gebracht[1]). Neuerdings ist dann in Berlin eine eigene Thermophoraktiengesellschaft entstanden, welche das diesem Apparate zu Grunde liegende Princip im Grossen für alle möglichen Wärmespender und Wärmehalter verwendet und ausbeutet. Von dieser Gesellschaft war auch der Milchthermophor bezogen, mit dem die folgenden Versuche angestellt worden sind.

Der Apparat besteht aus zwei Teilen, dem Thermoeimer, d. h. dem eigentlichen Thermophor und der Packung, einem Gefäss mit Deckel, dessen Wandung mit einem schlechten Wärmeleiter versehen ist. Bei den billigeren Gefässen versieht ein einfacher Pappmantel diesen Dienst; bei den besseren ist hierzu Filz verwendet und der grösseren Sauberkeit halber das ganze Gefäss mit einer äusseren Schicht von verzinktem Blech umgeben. Die Hülle des Thermoeimers ist der Hauptsache nach mit essigsaurem Natron ausgefüllt, einem Salze, dessen chemisch-physikalische Eigenschaften es mit sich bringen, dass es bei der Erhitzung und Schmelzung grosse Mengen von Wärme aufspeichert, die es dann beim Erkalten und Auskristallisieren ganz langsam wieder abgiebt. Man stellt den

1) Deutsch. medizinische Wochenschrift. 1894. p. 634 ff.

Thermoeimer 8—10 Minuten lang in siedendes Wasser; diese Zeit reicht aus, das essigsaure Natron völlig schmelzen zu lassen. Aus der flüssigen Masse scheidet sich dann das Salz wieder in Kristallen ab, und die latente Schmelzwärme tritt in Funktion. Der Kristallisationsprozess geht sehr langsam vor sich und ermöglicht dadurch die anhaltende Wirkungsdauer des Thermophors. Ist alles Salz in Kristallform ausgeschieden, so erkaltet der Apparat sehr schnell.

Frickenhaus[1]) ist der erste gewesen, welcher den Thermophor für den Zweck des Warmhaltens der Milch verwendet hat. Nach seinen Erfahrungen empfiehlt er „diese so segensreiche, geradezu überraschende Neuheit auf das Angelegentlichste den nächtlicher Weile so oft geplagten Familienmüttern und Vätern". Kurz vor der Veröffentlichung dieser Empfehlung war die bekannte Abhandlung von Flügge[2]) über „die Aufgaben und Leistungen der Milchsterilisation gegenüber den Darmkrankheiten der Säuglinge" erschienen, in der mit grossem Nachdrucke auf die Unzulänglichkeit aller bisherigen Verfahren einer Gewinnung von wirklich steriler Milch hingewiesen wurde. Ein halbstündiges Kochen im Soxhlet'schen Apparat war nach Flügge auch nicht ausreichend, die Dauerformen der in der Marktmilch vorhandenen aëroben und anaëroben Bakterien zu vernichten, die wiederum dann das Milch eiweiss peptonisieren, die Milch durch Gasbildung verderben, ihr einen bitteren, kratzenden Geschmack verleihen, kurz die Milch zum mindesten ungeniessbar oder schädlich machen. Das längere Kochen tötet zwar die in der Marktmilch vorkommenden Bakterien ab, doch nur mit dem Erfolge, dass nun die Proteolyten um so ungestörter wuchern können. Am üppigsten gedeihen letztere bei höheren Wärmegraden. Im Eisschrank und bei Temperaturen unter 20° C. keimen ihre Sporen kaum aus, und

1) Deutschmediz. Wochenschrift 1894. p. 634 ff.
2) Zeitschrift für Hygiene. XVII. 1894. p. 272 ff.

eine nennenswerte Vermehrung findet daher unter diesen Bedingungen nicht statt. Die günstigste Temperatur liegt vielmehr zwischen 27^0 C. und 54^0 C., also in recht bedenklicher Nähe derjenigen Wärmegrade, welche dem Thermophor eigen sind; denn der Schmelzpunkt des essigsauren Natrons beträgt 57^0 C.

Auch Frickenhaus war diese Abhandlung von Flügge nicht unbekannt geblieben; er denkt daran, dass die anhaltend hohe Temperatur des Thermophors die peptonisierenden Bakterien zu intensiver Vermehrung bringen könnte und rät deshalb, nie alle Flaschen zu gleicher Zeit in den vierteiligen Apparat zu setzen, sondern sie erst nach einander gemäss dem Verbrauche einzustellen. Er warnt, die Milch vor ihrer Verwendung so lange warm zu halten, dass es zur Entwickelung der betreffenden Bakterien kommen könnte, „eine Zeit, die allerdings erst genauer in Zahlen ermittelt werden müsste".

Dieser Aufgabe oder überhaupt der Aufgabe, das Verhalten der Milchbakterien im Thermophor näher zu untersuchen, haben sich erst sechs Jahre später Dunbar und Dreyer im hamburger hygienischen Institute unterzogen [1]). Ihre Beobachtungen kommen zu äusserst günstigen Ergebnissen für die Brauchbarkeit des Thermophors. Sie fanden, „dass eine Erhöhung der Keimzahl in der Milch nicht stattfindet, selbst wenn dieselbe bis zu zehn Stunden in dem kurz zuvor erhitzten Thermophor aufbewahrt wird. Es zeigte sich vielmehr bei ungekochter, beziehungsweise pasteurisierter Milch infolge der Thermophorwirkung entschieden eine Abnahme der Bakterienzahl, und zwar gelegentlich bis zu dem Grade, dass in den ausgesetzten Kulturen lebensfähige Keime überhaupt nicht gefunden wurden". Dunbar und Dreyer empfehlen deshalb den Milchthermophor „unbedenklich zur Warmhaltung der für die Ernährung der Säuglinge bestimmten Milch, voraus-

1) Deutschmediz. Woehenschrift 1900. p. 413 ff.

gesetzt, dass die Milch nicht länger als zehn Stunden nach dem Erhitzen des Thermophors in letzterem belassen wird".

Bei der Wichtigkeit, welche jedem zur Vervollkommnung der Milchsterilisation dienenden Instrumente beizumessen ist, erschienen diese schönen Ergebnisse einer Nachprüfung wert, und die im folgenden aufgeführten Versuche sind zu diesem Zwecke unternommen worden. In der Anordnung derselben habe ich mich mit kleinen Änderungen an die eben beschriebenen angeschlossen.

Meine erste Aufgabe war, Aufschluss über den Einfluss der Wärme des Thermophors auf den Keimgehalt der rohen Marktmilch zu erhalten. Dem entsprechend wurde folgende Versuchsanordnung gewählt: In den lege artis erhitzten Thermophor wurde die Marktmilch in etwa 200 ccbm fassenden Erlenmeyerschen Kölbchen eingesetzt und dann seiner Einwirkung zwei bis zwölf Stunden überlassen. Ich habe nicht die für die Grösse des Apparates vorgesehene Soxhletflasche verwendet, weil dieselbe den ganzen Raum des Thermoeimers ausfüllt und es so unmöglich macht, ein Thermometer mit einzustellen, und den jeweiligen Stand der Temperatur im Thermophor verfolgen zu können. Aber auch noch aus einem zweiten Grunde habe ich lieber mit den kleineren Kölbchen gearbeitet: sie berühren nur mit ihrer Grundfläche den heissen Boden des Thermoeimers selbst, während die grössere Soxhletflasche auch noch ganz wandständig ist. Die unmittelbare Fortleitung der Wärme von der heissen Wandung auf die Flasche und Milch wird also bei ersteren eingeschränkt, und die Versuchsanordnung ist etwas ungünstiger für den Apparat. Sind trotzdem die Resultate befriedigende, so sprechen sie um so mehr für die Brauchbarkeit des Thermophors. Beim Beginne des Versuches wurden Platten mit der rohen Marktmilch beschickt, um ihren Keimgehalt an sich festzustellen. Dann wurden je nach zwei bis zwölf Stunden wieder Platten mit der so lange im Thermophor auf-

bewahrten Milch gegossen. Zu jeder Platte kam 0,001 ccbm Milch zur Verwendung. Es war dazu 1 ccbm Milch mit steriler Pipette entnommen und je dreimal im Verhältnis 1 : 10 verdünnt worden. Von der letzten Mischung wurde 1 ccm zur Anfertigung der Platte verwendet. Zur Kontrolle wurden auch noch Platten mit je 0,005 und 0,01 ccbm gegossen und nach dem Mittel aller Platten der Keimgehalt festgestellt. Zum Nährmaterial diente bei dieser Versuchsreihe gewöhnliche Nährgelatine, die gewachsenen Kolonien wurden nach zwei bis drei Tagen gezählt, die mit der Thermophormilch beschickte Platten immer zuletzt. Es wurden auch jedesmal Proben der Marktmilch im Eisschrank und im Brutofen aufbewahrt, und auch von diesen wurden mit gleichen Mengen und unter gleichen Bedingungen entsprechende Platten angefertigt. Das Resultat dieser ersten Versuchsreihe ist in den folgenden Tabellen ziffernmässig dargestellt.

Tabelle I A.

Keimgehalt von 0,001 ccbm

Markt-milch	nach 2	5	8	10	12	24
	stündiger Aufbewahrung im Thermophor					
1. 7625	34	24	6	—[1]	—	390
2. 156	28	11	6	3	—	81
3. 9050	2	4	3	2	—	46
4. 216	5	2	0	1	5	10
5. 782	21	6	3	1	7	88
6. 69	4	3	1	3	4	29
7. 295	12	3	4	2	19	115
bei	57 °C	57 °C	56 °C	50 °C	37 °C	Zimmer-temperatur
	Durchschnittstemperatur.					

1) In 1 2 u. 3 waren die Versuche eher abgebrochen worden, so dass ich hier keine Ziffern habe.

Tabelle I B.

Keimgehalt von 0,001

Markt-milch	nach 2	5	8	10	12	24
	stündiger Aufbewahrung im Eisschrank					
1. 7625	345	273	160	—	—	269
2. 156	61	103	125	112	—	53
3. 9050	33	29	18	32	—	42
4. 216	282	231	237	151	184	282
5. 728	625	825	680	706	666	—
6. 69	89	52	71	82	57	69
7. 295	191	264	313	311	288	309

Tabelle I C.

Keimgehalt von 0,01

Markt-milch	nach 2	5	8	10	12	24
	stündiger Aufbewahrung im Brutofen					
1. 7625	826	1650	7080	—	—	14000
2. 156	198	1956	4347	10910	—	129500
3. 9050	782	934	10770	18000	—	24000
4. 216	—	—	—	—	—	—
5. 728	1180	1536	15000	15680	18000	22000
6. 69	273	380	500	790	900	2000
7. 295	671	1800	6000	9000	12000	18000

Ein Vergleich der drei Tabellen mit einander sowie der einzelnen Spalten der Tabelle I A stellt der Brauchbarkeit des Thermophors ein geradezu glänzendes Zeugnis aus. Die Keimzahl war schon nach zwei Stunden bedeutend gesunken und erreichte im weiteren Verlaufe immer ganz geringe Werte. Das viertel- bis halbstündige Kochen der Milch im Soxhlet oder im Dampftopf, d. h. die gebräuch-

lichste Art der Sterilisation von Kindermilch hat keine besseren Resultate aufzuweisen (cf. die Tabelle III erste Spalte). Die Ziffern der letzten Spalte von I A zeigen freilich, dass auch im Thermophor eine eigentliche Sterilisation der Milch sich keineswegs erreichen lässt. Von dem Augenblicke an, wo die Temperatur in demselben erheblich fällt, beginnen die übrig gebliebenen Keime sich zu vermehren und können wieder eine ganz stattliche Zahl erreichen, falls die Zimmertemperatur, auf welche das Thermophor beim Erkalten sinkt, eine ihrer Entwickelung zusagende ist, in Versuch 1 und 7 war dies der Fall. Die Keime, welche der Hitze des Thermophors widerstanden hatten, erwiesen sich im übrigen jedesmal fast als Reinkulturen, welche zur Gruppe der Heubazillen gehörten: es waren ziemlich grosse, sporenbildende Stäbchen, die Ecken nicht ganz scharf, welche im hängenden Tropfen eine schwankend taumelnde Bewegung zeigten und sich nach Gram färben liessen. Ihre Kolonien boten auf Gelatine das charakteristische Aussehen: in der Mitte ein dichtes Knäuelkonvolut, koncentrisch umgeben von einer helleren Zone, welche teilweise radiäre Streifung zeigte. Die Gelatine wurde durch die Kolonien verflüssigt.

Zur Ergänzung dieser ersten Versuchsweise mit der rohen, unveränderten Marktmilch stellte ich eine zweite Reihe an, bei welcher das Ausgangsmaterial durch mancherlei Zusätze verunreinigt und vorbereitet wurde. Die Marktmilch (Tabelle II, 1 u. 2) wurde erstens vermischt mit Keimen, welche der Hitze des Thermophors widerstanden hatten, indem diese Keime teilweise in Reinkultur (cf. oben) oder in Gestalt von 1 ccbm der Thermophormilch nach 24 Stunden zugesetzt wurden (Tabelle II, 3); zweitens wurde je 1 ccbm Jauche aus den Abgussrohren mit der Milch vermischt (Tabelle II, 4); drittens wurden je zwei Ösen einer Agarkultur des Bacterium coli sehr fein an den Wänden des betreffenden Milchgefässes verrieben (Tabelle II, 5). Im übrigen wurden die fünf Versuche je

a und b zu gleicher Zeit angestellt, es waren dazu die Gefässe entsprechend kleiner gewählt beziehentlich durch Reagenzgläser ersetzt. Tabelle II giebt den Ausfall der Versuchsreihe an.

Tabelle II.

Keimgehalt von 0,001.

	Rohmilch	nach 3 stündiger Aufbewahrung im Thermophor	6 stündiger Aufbewahrung im Thermophor	9 stündiger Aufbewahrung im Thermophor
1. a)	1254	160	180	360
b)	1800	150	190	200
2. a)	470	10	21	60
b)	1200	80	120	180
3. a)	9600	50	123	1200
b)	4200	370	480	1000
4. a)	4000	60	126	180
b)	6600	120	230	300
5. a)	626	4	8	48
b)	900	11	50	Platte flüssig
	bei	50° C.	37° C.	32° C.
		Durchschnittstemperatur.		

Auch diese Tabelle II spricht noch sehr zu gunsten der Leistungsfähigkeit des Apparates. Die Menge der Keime hat ganz bedeutend abgenommen und befindet sich auch nach neun Stunden noch weit unterhalb der Keimzahl des Ausgangsmateriales. Allein an die glänzenden Leistungen der Tabelle I können die Ergebnisse hier doch nicht heran reichen. Dieser Unterschied ist aber nur ein vermeintlicher, der leicht eine Erklärung findet. Der Apparat hatte an den beiden Tagen dieser Versuchsreihe schon nach drei Stunden nur noch eine Temperatur von etwa 50° C. aufzuweisen, welche nach weiteren drei Stunden bereits auf 37° C. gefallen war, d. h. die eigentliche Arbeitswärme des Thermophors hatte nur sehr kurze

Zeit auf die in ihm aufbewahrte Milch einwirken können, die Leistungen haben daher naturgemäss nicht so blendende sein können. Für diese rasche Entwärmung habe ich keine rechte Erklärung. Das Erhitzen des Thermonimers hat in derselben Weise stattgefunden, wie die Tage zuvor und hinterher, an welchen das Instrument tadellos funktioniert hat. Da ich die niedrige Temperatur an beiden Tagen gleichmässig konstatiert habe, so ist wohl auch ein Beobachtungsfehler ausgeschlossen. Vielleicht könnten hier folgende Thatsachen mitgespielt haben. Die fünf Gefässe mit den Milchproben besassen alle ziemlich weite Öffnungen, welche nur locker mit Watte zugestopft waren. In der Wärme des Thermophors war deshalb die Verdunstung eine ziemlich grosse, und an dem kälteren Deckel hatte sich eine bei weitem reichlichere Menge von Kondenswasser niedergeschlagen als die Tage zuvor und nachher. Diese starke Verdunstung band aber auch entsprechend mehr Wärme und kühlte daher den Apparat schneller ab.

Als Ergebnis dieser ersten Versuchsreihen lässt sich feststellen: Vorausgesetzt, dass der Thermophor in der gehörigen Weise die Durchschnittstemperatur von 57° C. mehrere Stunden hindurch bewahrt, ist es sehr gut brauchbar zur Erwärmung beziehentlich Warmhaltung der Milch, da er bei weitem die meisten Keime abtötet. Schon nach zweistündiger Aufbewahrung der Milch in demselben hat sich die Keimzahl ganz erheblich vermindert. Bei weiterer Einwirkung sinkt dieselbe noch mehr und bleibt etwa zehn Stunden auf dieser niedrigen Stufe, so lange die Temperatur im Thermophor weit über Blutwärme verharrt.

Leistet so unser Instrument schon nach zweistündiger Thätigkeit für die Sterilisation der Milch etwa das Gleiche wie das viertelstündige Kochen im Soxhlet, so könnte diese Thatsache allein doch noch nicht die Hoffnungen und Erwartungen rechtfertigen, mit welchen man sein Erscheinen vielfach begrüsst hat. Von einem wirklichen

Fortschritt und Gewinn dürfte vielmehr erst dann die Rede sein, wenn das Thermophor für die Zwecke der Milchsterilisation mehr leistet als das Kochen im Soxhlet oder im Dampftopf. Es entsteht deshalb die Frage: Tötet er auch die Keime und Sporen der peptonisierenden Bakterien der Milch, welche bekanntlich sogar ein zweistündiges Kochen vertragen, ohne ihre Entwickelungsfähigkeit einzubüssen. Die genaueren Aufschlüsse über diese Proteolyten verdanken wir der schon oben erwähnten Abhandlung Flügge's, „Über die Aufgaben und Leistungen der Milchsterilisation u. s. w." Er hat elf verschiedene Arten unter ihnen isoliert und sie nach ihrem Aussehen, biologischem Verhalten und Kulturen auf Agar und Gelatine, sowie nach ihrer Pathogenität genau beschrieben. Flügge will in ihnen die Ursache, beziehentlich die Erreger der Sommerdiarrhoe der Säuglinge und Kinder sehen, da die hohe Temperatur der Sommermonate ihrer Wucherung so ausserordentlich günstig ist, während in der kälteren Jahreszeit eine nennenswerte Vermehrung kaum stattfindet. Wenn diese Ansicht auch nicht von allen Forschern und Fachgelehrten geteilt wird, so ist dem gegenüber doch immer zu beachten, dass es Flügge thatsächlich gelungen ist, unter seinen elf Arten von Proteolyten drei aufzufinden, deren Reinkultur in Milch bei verschiedenen Versuchstieren mancherlei Vergiftungserscheinungen hervorruft und namentlich bei Verfütterung an junge Hunde dieselben an profusen Durchfällen erkranken lässt. Gleichgültig können derartige Bakterien für den Säuglingsmagen auf keinen Fall sein, und eine etwaige Vermehrung derselben in der Hitze des Thermophors würde diesen für die Benützung untauglich machen.

Indessen lässt es schon die Versuchsweise, welche in Tabelle IA und II zum Ausdrucke kommt, wenig wahrscheinlich werden, dass die Temperatur des Thermophors diesen Schädlingen besonders geeignete Entwickelungsbedingungen darböte, obwohl sie ja nur wenig oberhalb

das für diese von Flügge angegebenen Temperaturoptimums liegt. Da sie sich erst zu entwickeln und vermehren beginnen, wenn die andern saprophytischen Bakterien der Milch ihnen das Feld geräumt haben, und da diese Bedingung schon nach zweistündiger Einwirkung des Thermophors erfüllt ist, so wäre kein Grund weiter vorhanden, weshalb sie nicht üppig gedeihen sollten, wenn sie im übrigen brauchbare Verhältnisse dazu vorfänden. Es lässt sich also nach den niedrigen Zahlen der Tabelle I und II vermuten, dass eine Vermehrung der Bacteria lactis Flügge in einem gut funktionierenden Apparate nicht statt hat. Indes möchte ich grade bei der Wichtigkeit des vorliegenden Punktes diesen Versuchen allein doch so grosse Tragweite nicht beimessen, und ich habe deshalb noch direkte Ermittelungen darüber angestellt, wie sich der Thermophor einer Milch gegenüber verhält, welche nur noch Keime oder Sporen der Proteolyten beherbergt. Zu diesem Zwecke wurde die Milch etwas länger als eine Viertelstunde entweder im Soxhlet oder im Sterilisationsdampftopf gekocht. Nach Flügge reicht schon diese kurze Zeit aus, um alle die übrigen Bakterien der Milch abzutöten, und ein halbstündiges Kochen leistet auch nicht mehr. Von der so behandelten Milch wurde nun sogleich 1 ccbm mit der zehnfachen Menge sterilen Wassers verdünnt und wieder 1 ccbm dieser Mischung zu Gelatineplatten verarbeitet. Nach drei-, sechs- und neunstündiger Aufbewahrung der Milch im Thermophor wurde dies in der gleichen Weise wiederholt. Es wurde die verhältnismässig grosse Menge von 0,1 ccbm Milch zum Beschicken der Platten verwendet, weil anzunehmen war, dass die Zahl der Keime nach dem Kochen gering sein würde. Dadurch dass zu Beginn des Versuches die Milch nicht einfach aufgekocht wurde, sondern eine Viertelstunde lang im Soxhlet behandelt, glaube ich den Verhältnissen und Bedingungen am nächsten gekommen zu sein, unter welchen der Thermophor im Haushalt und in der Familie Verwendung finden

dürfte. In den Kreisen, in welchen man sich, sei es aus Geldmangel, Überlieferungstreue oder anderen Gründen noch nicht einmal zum Besitze und zur Benutzung eines Soxhletapparates aufgeschwungen hat, in diesen Kreisen wird der (noch luxuriöse) Thermophor erst recht keinen Eingang finden; noch dazu da der Preis für die ärmeren Volksklassen, deren Kinder ja am meisten dem Würgeengel der Sommerdiarrhoe anheimfallen, nicht ganz billig ist, und für unseren guten Mittelstand zum grössten Teile hygienisch wertvolle Gegenstände für einen fabelhaften Luxus gelten. Das ist der Grund, weshalb ich in dieser Versuchsweise die Milch nicht einfach aufgekocht, sondern im Soxhlet sterilisiert habe. Auch diesmal wurden zum Vergleiche Proben der Milch im Eisschrank und im Brutofen behandelt und dann in der entsprechender Menge und Weise ihr Keimgehalt festgestellt. Diese Vergleichsplatten sind hier besonders interessant, da die Temperatur des Eisschrankes die Vermehrung und das Auskeimen der Proteolyten hindert, während der Brutofen ihrem Fortkommen besonders förderlich ist. Als Nährmittel diente auch hier anfangs die gewöhnliche Nährgelatine; die Platten wurden dann den Angaben von Flügge entsprechend bei 24^0 C und ein wenig darüber gehalten, da bei geringerer Temperatur manche der hier in Rede stehenden Bakterien nur zu schwer oder gar nicht sichtbaren Kolonien auswachsen. Da indessen manche Gelatineplatten von den wachsenden Kolonien derartig schnell verflüssigt wurden, dass ein Zählen unmöglich war, so wurde dem dritten Versuche an noch Agar als Nährmaterial verwendet. Die Agarplatten gaben auch deshalb noch zuverlässigere Resultate, weil die einzelnen Arten der Bacteria lactis Flügge die Gelatine ganz ungleich schnell verflüssigen; trotz geringerer Keimzahl war manche Platte doch weit eher flüssig wie eine andere mit bedeutend mehr Keimen. In den folgenden Tabellen ist Agar und Gelatine mit A bezugsweise G bezeichnet worden. Die Keime der

Agarplatten wurden nach vierundzwanzigstündiger Bebrütung gezählt.

Tabelle III A.

Keimgehalt von 0,1 ccbm

Soxhlet-Milch	nach 3 stünd. Aufbewahrung i. Thermophor	6	9
1) G. 10	3	4	Platte flüss.
2) G. 7	2	5	Platte flüss.
3) G. dicht besät	15	10	flüssig
4) A. 48	A. 8	A. 14	A. 200
G. 32	G. 10	G. 10	G. flüssig
5) A. grosser Rasen	A. 2	A. 16	A. 180
G. 160	G. 5	G. 20	G. 200
6) A. 9	A. 8	A. 12	A. 100
G. 15	G. 10	G. 16	G. 230
7) A. 10	A. 5	A. 4	A. 80
G. 14	G. 10	G. 14	G. 110
bei	57° C	56° C	52° C
	Durchschnittstemperatur.		

Tabelle III B.

Keimgehalt von 0,1 ccbm

Soxhlet-Milch	nach 3 stünd. Aufbewahrung im Eisschrank	6	9
1) G. 10	7	6	5
2) G. 7	10	7	flüssig
3) G. grosser Rasen	66	70	flüssig
4) A. 48	A. 30	A. 28	A. 32
G. 32	G. 12	G. 15	G. 20
5) A. grosser Rasen	A. 20	A. 25	A. 25
G. 100	G. 47	G. 50	G. 60
6) A. 9	A. 8	A. 8	A. 6
G. 15	G. 11	G. 10	G. 6
7) A. 10	A. 6	A.verl.geg.	A. 2
G. 14	G. 5	G. 10	G. 12

Tabelle III C.
Keimgehalt von 0,1

Soxhlet-Milch	nach 3	6	9
	ständiger Aufbewahrung im Brutofen		
1) G. 10	20	100	300(flüssig)
2) G. 7	15	70	flüssig
3) G. grossen Rasen	flüssig	flüssig	flüssig
4) A. grossen Rasen	A. 100	A. 700	A 1200
G. 160	G. 300	G. 900	G. 1300
5) A. 48	A. 60	A. 400	A. 1000
G. 32	G. 40	G. 500	G. flüssig
6) A. 9	A. 20	A. 440	A. 2001
G. 15	G. 23	G. 330	G. 1500
7) A. 10	A. 62	A. verloren	A. 900
G. 14	G. 30	G. 600	G. flüssig

Aus Tabelle III A. ergiebt sich ohne Zweifel, dass es zunächst zu einer Vermehrung der nach dem Kochen in der Milch übrig gebliebenen Keime nicht kommt. Nach Versuch 3—5 ist man sogar zu dem Urteil berechtigt, dass die Hitze des Thermophors keimtötend auf die Proteolyten wirkt. Sehr zur Vorsicht in der Benutzung des Apparates mahnt jedoch die letzte Spalte der Tabelle III A. Ich fand nach neun Stunden in der Thermophormilch regelmässig wieder eine recht beträchtliche Steigerung der Keimzahl vor, eine Steigerung, welche sich weit über die Mengen des Ausgangsmateriales erhob. Den Grund hierfür kann ich in nichts anderem als in dem beginnenden Erkalten des Apparates erblicken. Als Durchschnittstemperatur ergab sich nach neun Stunden 52° C. Es fangen also diese Bakterien an sich alsbald zu vermehren und zwar leider in recht erheblichem Masse, sowie die Thermophortemperatur sich auch nur um wenige Grade erniedrigt; war sie doch in zwei Fällen nur bis auf 54° C gesunken. Es müssen, wie ein Vergleich von Tabelle III A, Spalte 4 mit III C, Spalte 2 lehrt, die höheren Grade der kritischen

Temperatur für die Entwickelung der Bacteria lactis Flügge günstiger sein als die niedrigen. Im Brutofen war nach drei Stunden die Keimzahl noch nicht zu solcher Höhe gediehen, wie im Thermophor die der Milch nach sechs Stunden, zu der nach neun. Merkwürdig ist übrigens dabei, dass bei den Versuchen mit der rohen Marktmilch, (Tabelle I A) welche ja schon nach zwei Stunden sonst gleiche Verhältnisse bietet, wie die Soxhletmilch, kein derartig rapider Anstieg der Keimzahl zu Tage trat, wenn der Apparat zu erkalten begann. Jedenfalls folgt aber aus Tabelle III A für die Benutzung des Thermophors die wichtige Regel: So lange der Apparat seine Temperatur behält, kann man ihm getrost die Milch anvertrauen. Zweckmässig ist es dabei, sie vorher im Soxhlet eine Viertelstunde lang zu kochen, im Notfalle darf man auch die rohe Marktmilch einsetzen, muss dann aber zwei Stunden warten, ehe man sie benutzt. Eine Vermehrung irgend welcher Keime und Schädlinge findet dann nicht statt, wohl aber meist eine erhebliche Verminderung. Nach meinen Beobachtungen, welche sich auch mit denen von Dunber decken, würde nach spätestens sieben bis acht Stunden die Leistungsfähigkeiten erschöpft sein. Diese Zeit reicht gerade aus, den Gebrauch des Thermophors namentlich für die Nacht zu empfehlen. Würde der Apparat um 10 Uhr Abends erhitzt und dann in Gebrauch genommen, so würde die Milch bis sechs Uhr Morgens unbedenklich benutzt werden können. Für die Praxis ist dabei freilich zu berücksichtigen, dass gerade in den Sommermonaten schon vor neun Uhr Abends in den meisten Haushaltungen kein Feuer mehr auf dem Herde zu finden ist, ein Erhitzen des Apparates auf dem Spirituskocher aber bei der grossen Menge Wassers, welche dazu verwandt ist, sehr teuer zu stehen kommt.

Ein gleiches Resultat wie aus der Tabelle III A lässt sich auch aus der folgenden Tabelle IV herleiten, welche darüber Rechenschaft giebt, in wie weit der Thermophor

diejenigen Keime zu bewältigen vermag, welche in der gekochten Milch nach vierundzwanzigstündiger Aufbewahrung im Brutschrank reichlich gewuchert sind.

Tabelle IV.

Keimgehalt von 0,1 ccbm Milch, welche nach dem Kochen 24 Stunden im Brutschrank gestanden

beim Beginn des Versuches	nach 3 stündiger Aufbewahrung im Thermophor.	6	9
1. A. 1800	A. 1200	A. 1300	A. 1900
G. flüssig	G. flüssig	G. 1300	G. 2000
2. A. 6000	A. 5000	A. 4500	A. 10000
G. flüssig	G. flüssig	G. flüssig	G. flüssig
3. A. ∞	A. ∞	A. ∞	A. ∞
G. flüssig	G. flüssig	flüssig	flüssig
bei	57° C	55° C	51° C
	Durchschnittstemperatur.		

Es geht auch aus dieser Tabelle hervor, dass während der ersten sechs Stunden eine Vermehrung der vorhandenen Keime nicht stattfindet, man kann vielmehr auch hier von einer abtötenden Thätigkeit des Thermophors reden, welche allerdings nur bescheiden ist und sich mit an Erfolgen bei den früheren Versuchen nicht vergleichen lässt. Immerhin sind die Resultate auch hier derart, dass sie der praktischen Verwendung des Instrumentes ein Hindernis nicht in den Weg legen, denn derartige Mengen von peptonisierenden Bakterien, wie sie hier gegeben waren, dürften unter den gewöhnlichen Verhältnissen des täglichen Lebens niemals vorkommen.

Bei Erörterung der bisherigen Versuche sind die nach Benutzung des Soxhletapparates in der Milch übrig gebliebenen Bakterien schlechtweg mit den Bacteria lactis Flügge identificiert worden. Es wird jedoch dem aufmerksamen Leser nicht entgangen sein, dass für diese Annahme

ein direkter Beweis nicht erbracht worden ist. Um diese Lücke auszufüllen habe ich noch eine letzte Reihe von Prüfungen vorgenommen, bei welchen die Milch nach dem Kochen mit Reinkulturen der Bacteria lactis Flügge infiziert wurde. Letztere waren aus dem bakteriologischen Laboratorium von J. Kràl in Prag bezogen worden. Unter den elf Arten habe ich drei ausgewählt: Nr. I, III und XI. Nr. I und III gehören den von Flügge als pathogen bezeichneten Arten an. Er giebt an, dass zwei Kubikcentimeter einer zwei Tage alten Milchkultur von Nr. I in den Rückenlymphsack des Frosches injiciert, das Tier nach vier Stunden unter lähmungsartigen Erscheinungen töten; Mäuse gingen nach Injektion von $^1/_2$ ccbm und Meerschweinchen nach Injektion von 5 ccbm unter starker Dyspnoe und Schmerzen zu Grunde. An junge Hunde verfüttert rief die Milchkultur nach einer Stunde heftige Durchfälle hervor, so dass alle fünf Minuten eine heftige Dejektion erfolgte. Bei Darreichung anderer Milch erholten sich aber die Tiere bald wieder. Bacterium lactis Flügge III wirkt nur in der zuletzt angeführten Weise. Dieser Vertreter der Proteolyten schien mir zu meinen Versuchen noch deshalb besonders geeignet, weil er der einzige unter den elfen ist, dessen Sporen schon nach dreiviertelstündigem Kochen abgetötet werden, so dass sich also der Wirkung des Thermophors von vornherein sehr günstige Bedingungen eröffneten. Das dritte Bakterium (No. XI) wurde aufs Geratewohl als Vertreter der Harmlosen ausgewählt. Für die Anfertigung der Platten wurde anfangs 0,1 ccbm und von Versuch 5 an 0,01 ccbm verwendet, da in 0,1 ccbm die Zahl der Keime etwas sehr gross war. Als Nährmaterial diente ausschliesslich Agar. Gelatine wurde zu schnell verflüssigt, als dass eine Zählung der Keime möglich gewesen wäre. Des Vergleiches halber wurde bei den letzten vier Versuchen wiederum ein Teil der Milch auch der Einwirkung des Eisschrankes unterzogen.

Tabelle V A.

Keimgehalt von 0,1 (0,01) Milch, welche mit 1—2 Ösen Bact. lact. Flügge I inficiert war.

bei Beginn des Versuches		nach 3 stündiger Einwirkung des Thermophors	6 stündiger Einwirkung des Thermophors	9 stündiger Einwirkung des Thermophors
1.	12000	6000	6200	14000
2.	6000	4000	4500	9000
3.	∞	∞	∞	∞
4.	480	220	250	300
5.	200	107	100	131
6.	413	204	200	300
7.	254	100	110	155
	bei	57° C.	56° C.	50° C.
		Durchschnittstemperatur.		

Tabelle V B.

Keimgehalt von 0,1 (0,01) Milch, welche mit 1—2 Ösen Bact. lact. Flügge I inficiert war.

bei Beginn des Versuches		nach 3 stündiger Einwirkung des Eisschrankes	6 stündiger Einwirkung des Eisschrankes	9 stündiger Einwirkung des Eisschrankes
3.	∞	∞	∞	∞
4.	480	600	660	400
5.	200	250	220	270
6.	413	420	380	400
7.	254	200	240	200

Tabelle VI A.

Keimgehalt von 0,1 (0,01) Milch, welche mit Bact. lact. Flügge III inficiert war.

bei Beginn des Versuches		nach 3 stündiger Aufbewahrung im Thermophor	6	9
1.	∞	∞	∞	∞
2.	15000	9300	11000	13000
3.	12000	10000	9000	14000
4.	3000	950	1600	16000
5.	720	50 u. Rasen	6000	9000
6.	4200	3000	4200	6000
7.	3600	2110	3000	9000
	bei	57° C.	56° C.	51° C.
		Durchschnittstemperatur.		

Tabelle VI B.

Keimgehalt von 0,1 (0,01) Milch, welche mit Bact. lact. Flügge III inficiert war.

bei Beginn des Versuchen		nach 3 stündiger Aufbewahrung im Eisschrank	6	9
4.	3000	3200	3000	2800
5.	720	870	980	850
6.	4200	4000	4200	4300
7.	3600	3400	4000	3600

Tabelle VII A.

Keimgehalt von 0,1 (0,01) Milch, welche mit Bact. lact. Flügge XI inficiert war.

bei Beginn des Versuches		nach 3 stündiger Aufbewahrung im Thermophor	6	9
1.	4000	2000	3000	4000
2.	450	180	250	1200
3.	1980	820	1500	∞
4.	1320	276	1200	∞
	bei	57° C.	56° C.	50 C.
		Durchschnittstemperatur		

Tabelle VII B.

Keimgehalt von 0,1 (0,01) Milch, welche mit Bact. lact. Flügge XI inficiert war.

bei Beginn des Versuches		nach 3 stündiger Aufbewahrung im Eisschrank	6	9
1.	4000	4100	4600	5000
2.	450	500	650	900
3.	1980	1920	1800	1600
4.	1320	1440	1380	1410

Im allgemeinen bestätigen auch diese Versuche mit den Reinkulturen die früheren Ergebnisse. Es findet zunächst keine Vermehrung sondern weist eine deutliche Abnahme der Bakterien statt, die jedoch bei Bacterien III und XI schon nach sechs Stunden wiederum einem gelinden Anstieg Platz macht. Übertreiben nun auch Versuche V bis VII nach ihrer Anordnung bei weitem die Verhältnisse der Praxis zu Ungunsten der Wirkung des Thermophors, so

mahnt ihr Ergebnis doch immerhin zu einer gewissen Vorsicht bei seiner Benutzung. Man sollte die Milch nie zu lange in ihm belassen.

Auf Grund meiner gesamten Beobachtungen würde ich die folgende Behandlung des Apparates als rationell vorgeschlagen: Man koche die Milch in der üblichen Weise etwas über eine Viertelstunde lang im Soxhlet und setze davon nur eine Flasche in den (einteiligen) Thermophor, die dann etwa 4 Stunden lang ohne Gefahr brauchbar bleibt. Die übrigen Flaschen kühle man, wie Flügge dies in der schon citierten Abhandlung vorschreibt, möglichst schnell ab und bewahre sie bei einer Temperatur unter 20° C auf. Nach Verbrauch der ersten Thermophorflasche setze man von den abgekühlten eine neue ein, welche sicher bis zur Benutzung die nötige Wärme erhalten hat; so fahre man fort. Man wird auf diese Weise selten in die Lage kommen eine Flasche zu lange der Wärme des Apparates auszusetzen, denn meist wird die neue Flasche nach etwa zwei bis drei Stunden vom Säuglinge begehrt werden. Die Wärme des Thermophors hält etwa 8 bis 9 Stunden vor. Diese meine Anweisung deckt sich so ziemlich mit der allerersten von Frickenhaus gegebenen.

Bei alle dem ist aber die Voraussetzung, dass die Temperatur in der gehörigen Weise konstant bleibe. Es ist nach dieser Richtung hin sehr bedauerlich, dass der Schmelz- und Erstarrungspunkt des essigsauren Natrons nur um wenige Grade oberhalb der kritischen Temperatur für die peptonisierenden Bakterien liegt, so dass schon ein geringes Versagen des Apparates verhängnisvoll werden kann. Vielleicht gelingt es der Technik der Chemie mit der Zeit noch geeignetere Stoffe zu finden. Für das Instrument, wie es jetzt geliefert wird, würden aber schon einige Verbesserungen in der Konstruktion eine grössere Brauchbarkeit bedingen. Ich möchte mir wenigstens den Vorschlag erlauben, den Thermoeimer mit einem Deckel auszurüsten, der gleichfalls Thermofüllung trägt. Der

wärmespendende Raum wäre auf diese Weise von allen Seiten geschlossen. Vielleicht liesse sich aber der Deckel auch als Thermoeimer gestalten und der erste ursprüngliche Thermoeimer entsprechend verkürzen. Die beiden Eimer würden zum Gebrauche aufeinandergestülpt. Für die Drahthenkel wäre eine genau passende Rinne auf dem oberen Rande anzubringen, in welche dieselben beim Umstülpen geklappt werden. Beide Eimer müssten auch am Boden einen Drahthenkel mit passender Rieme besitzen, damit jeder als Deckel zu Gebrauchen wäre und unliebsame Umwechseln sich vermeiden liesse. Mit dieser Teilung des Thermoeimers in zwei würde auch zugleich das Erhitzen derselben erleichtert, denn seine jetzige Höhe erfordert dazu einen Topf von ganz riesigem Umfange, der ziemlich unhandlich ist und viel Raum auf dem Herde beansprucht. Es könnte vielleicht auch eine Änderung des Isoliermantels eine Verbesserung ergeben. Die Metallbekleidung trägt sicherlich auch zu schneller Fortleitung der Wärme und Entwärmung bei. Linoleum oder Kieselgur thäten eventuell bessere Dienste. Freilich will ich den Wert des Metalles für die Sauberkeit und Reinhaltung des Apparates nicht verkennen.

Als ich schon mit meinen Versuchen beschäftigt war, erschien über den gleichen Gegenstand aus dem Laboratorium von Flügge eine Arbeit, deren Verfasser Kobrak[1]) ist. Auch er kommt zu günstigen Resultaten und hält den Milchthermophor „für ein neues, wesentliches Hilfsmittel zur Säuglingsernährung. Man könne mit möglichst niederen Temperaturgraden eine sichere Abtötung zahlreicher saprophytischer und fast aller pathogenen Mikroorganismen erreichen, ohne durch Anwendung hoher Siedetemperaturen auf die rohe Milch eingreifend zu wirken.“ Für „das Ideal eines Hauspasteurisierungsapparates“ kann freilich auch Kobrak den Thermophor

1) Zeitschrift für Hygiene XXXIV, p. 518 ff.

noch nicht halten, vor allem deshalb, weil er die Wärme für unseren Zweck noch nicht lange genug hält. Die Untersuchungen von Kobrak sind deshalb besonders wertvoll, weil sie auch das Verhalten des Thermophors gegenüber dem bedeutsamsten der die Milch bewohnenden Bakterium, dem Tuberkelbazillus, betreffen. Er inficierte die Milch mit tuberkulösem Sputum und unterzog sie dann der Aufbewahrung im Thermophor; nach drei, sechs und neun Stunden impfte er Meerschweinchen mit Proben (1 ccbm) dieser Milch, nachdem zuvor mit der frisch inficierten Milch Kontrolltiere geimpht waren. Letztere gingen an allgemeiner Tuberkulose nach vier bis sechs Wochen spontan zu Grunde. Die anderen Tiere wurden nach sechs Wochen mit Chloroform getötet und einer genauen Untersuchung nach tuberkulösen Veränderungen unterworfen. Nur in einem Falle wurden diese auch gefunden, bei dem Tiere nämlich, welches mit der Milch nach nur dreistündiger Einwirkung geimpft worden war. Die übrigen Meerschweinchen waren tuberkelfrei. Meine eigenen diesbezüglichen Experimente an Meerschweinchen sind ergebnislos verlaufen; die Tiere sind alle eingegangen, ohne dass infolge eines Versehens Sektion gemacht worden ist; nur bei den Kontrolltieren ist dieselbe ausgeführt worden und hat hier allgemeine Tuberkulose als Todesursache feststellen lassen.

Fasse ich das Resultat meiner Arbeit kurz zusammen so ergiebt sich:

I. Der Thermophor tötet den weitaus grössten Teil der in der Marktmilch vorkommenden Mikroorganismen ab. Es giebt darin dem viertelstündigen Kochen derselben im Soxhletapparate nichts nach.

II. Der Thermophor vernichtet auch innerhalb gewisser Grenzen die nach dem Kochen in der Milch übrig gebliebenen peptonisierenden Bakterien. Diese keimtötende Wirkung äussert der Apparat etwa acht Stunden lang.

Bei der Verwendung grosser Massen von bestimmten Reinkulturen erlahmt sie aber schon nach fünf bis sechs Stunden.

Der Thermophor kann also als ein zur Sterilisation bezugsweise sterilen Aufbewahrung der Kindermilch wohl geeigneter Apparat angesehen werden.

Es ist mir zum Schluss meiner Arbeit eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Carl Fränkel für die Anregung zur Arbeit, die Hilfe bei derselben und die Durchsicht meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Litteratur.

Dunbar und Dreyer, Untersuchungen über das Verhalten der Milchbakterien im Milchthermophor. Deutsche mediz. Vasenschrift 1900 p. 413.

Frickenhaus, Der Thermophor von Szczawinsky's und seine Anwendung in der ärztlichen Praxis. Deutsch. mediz. Wochenschrift. 1894 p. 634.

Flügge, Die Aufgaben und Leistungen der Milchsterilisation gegenüber den Darmkrankheiten der Säuglinge. Zeitschr. für Hygiene XVII 1884 p. 272.

Kobrak: Die Bedeutung des Milchthermophors für die Säuglingsernährung. Zeitschr. für Hygiene XXXIV p. 518.

Lebenslauf.

Am 1. Juni 1871 erblickte ich Friedrich Karl Zander, als zweiter Sohn des verstorbenen Wagenfabrikanten C. Zander und seiner ebenfalls verstorbenen Ehefrau, geborne Pfannenberg zu Halle a. S. das Licht der Welt. Meinen ersten Unterricht erhielt ich auf der städtischen Bürgerschule meiner Heimatstadt. Kurz nach dem Tode meines Vaters (2. Aug. 1878) trat ich zur Bürgerschule in den Franckeschen Stiftungen über. Ostern 1881 wurde ich daselbst Zögling der Waisenanstalt; als solcher habe ich Ostern 1890 die Reifeprüfung auf der Lateinischen Hauptschule bestanden. Den ehrwürdigen Räumen, welche mir meine zweite Heimat geworden sind, und den Lenkern und Leitern, welche dort regiert haben, habe ich stets ein gutes Andenken bewahrt, und ergreife an dieser Stelle gern die Gelegenheit herzlich für jene neun glücklichen Jahre meines Lebens zu danken.

Ostern 1890 bezog ich die Universität Halle a. S., um mich dem Studium der Theologie zu widmen. Am 26. Okt. 1894 vollendete ich daselbst meine Prüfung pro licentia concionandi. Als Lehrer in der Theologie verehre ich: Beyschlag, Ficker, Förster, Haupt, Hering, Kähler, Kautzsch, Loofs und Rothstein. Ihnen allen, besonders aber dem hochverehrten Herrn Konsistorialrat Prof. D. Dr. Haupt meinen herzlichsten Dank dafür, dass sie mich auf den rechten Weg gewiesen haben; ich hoffe nicht vergeblich Theologie studiert zu haben.

Nachdem ich etwa ein Jahr lang als Hauslehrer thätig gewesen war, kehrte ich Okt. 1895 nach Halle zurück, um meiner Pflicht als Soldat zu genügen und mich zugleich dem Studium der neueren Sprachen zu widmen.

Ostern 1896 jedoch trat ich zur Medizin über, habe Ostern 1898 mein Tentamen physicum bestanden und am 4. März 1901 meine Staatsprüfung glücklich beendet.

Meine Lehrer während des Studiums der Medizin waren; Bernstein, v. Bramann, Dorn, Eberth, Eisler, Endres, Fehling, Fränkel, v. Fritzsch, Grenacher, Grunert, Haasler, Harnack, v. Herff, v. Hippel, Hitzig, Kraus, Kromeyer, Leser, Lüdecke, v. Mering, Pott, Reineboth, Roux, Seeligmüller, Volhard, Weber.

Auch allen diesen hochverehrten Lehrern spreche ich hiermit meinen ehrerbietigsten Dank aus.